

УДК 621.327

ПІДВИЩЕННЯ СТУПЕНЯ СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА РАХУНОК ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ

Д.Ф. Дядик, к.т.н. О.Ю. Стрюк
(подав д.т.н., проф. В.А. Краснобаєв)

Проведено аналіз доцільності використання стратегії моделювання при побудові алгоритмів стиску. Запропоновано основні шляхи вдосконалення алгоритмів стиску зображень за рахунок вибору оптимальної стратегії моделювання джерела повідомлення.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку військових систем та комплексів передачі даних важливу роль відіграє питання передачі різноманітних видів інформації в існуючих та перспективних автоматизованих системах управління та системах передачі даних. Одним з основних напрямків, щодо їх вдосконалення, є підвищення оперативності обробки інформації. Зростає об'єм передаваної інформації, а отже обмежена пропускна здатність каналу зв'язку створює значні труднощі при доставці даних в короткі строки. Одним з видів інформації, що циркулює в телекомунікаційних системах, є відеоінформація, зокрема, статичні зображення (фотознімки, комп'ютерна графіка та ін.) Підвищення оперативності в існуючих системах передачі відеоінформації може бути досягнуто шляхом використання методів стиску інформації.

Аналіз літератури. Аналіз існуючої літератури [1 – 5] показав, що досить багато уваги приділяється методам стиску зображень з втратами інформації. Ці методи досить розвинені та поширені. Але проаналізувавши значну кількість існуючих і перспективних алгоритмів стиску відеоданих без втрат інформації можна виявити, що проблема перетворення відеоінформації і її стиснення, та подальшого застосування до неї методів безнадлишкового кодування до кінця не вирішена. Алгоритми стиску без втрат в більшій мірі застосовуються в АСУВ для передачі важливих і детальних зображень. Втрати, на перший погляд навіть непомітної частини інформації, все ж таки може мати негативні наслідки при подальшому аналізі отриманих відеоданих. Тому необхідність удосконалення існуючого апарату стиску відеоданих без втрат є актуальною задачею.

Мета статті. Метою даної статті є аналіз доцільності застосування стратегії моделювання при побудові перспективного алгоритму стиску відеоданих, вибір оптимальних методів перетворення, кодування даних та застосування алгоритмів моделювання.

Основний матеріал. Процес стиску відеоданих складається з декількох етапів, які тісно пов'язані між собою та мають свої певні особливості. В даній роботі досліджена загальна схема стиску даних, яка приведена на рис. 1.

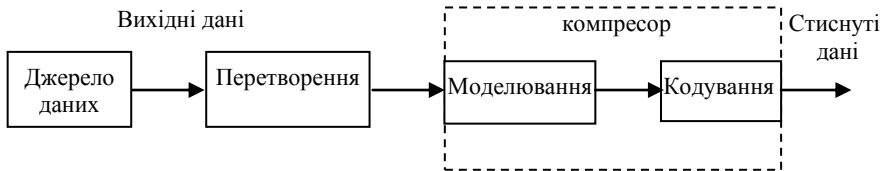


Рис.1. Загальна схема стиску даних

Головна особливість даної схеми – використання процесу моделювання. При цьому, під моделюванням розуміють побудову моделі інформаційного джерела, що відтворює вихідні дані. Блок кодування створює вихідний потік, який вже є компактною формою представлення вихідної послідовності, на базі інформації, яка утворюється в блоці моделювання.

При аналізі методів перетворення для даної моделі оптимальним методом було визначене цілочислове дискретне вейвлет-перетворення, а зокрема дві найбільш поширені схеми: ДВП (2,2), що реалізується у вигляді:

$$W(2,2) = \begin{cases} h_k^j = l_{2k}^{j-1} - l_{2k+1}^{j-1} ; \\ l_k^j = l_{2k+1}^{j-1} + \text{int} \left(\frac{h_k^j}{2} \right), \end{cases}$$

та ДВП (5,3), що реалізується:

$$W(5,3) = \begin{cases} h_k^j = l_{2k+1}^{j-1} - \text{int} \left(\frac{l_{2k}^{j-1} + l_{2k+2}^{j-1}}{2} \right) ; \\ l_k^j = l_{2k}^{j-1} + \text{int} \left(\frac{h_{k-1}^j + h_k^j}{4} \right), \end{cases}$$

де j – номер етапу перетворення; k – номер значення трансформанти; h_k^j – високочастотна складова; l_k^j – низькочастотна складова.

При цьому аналіз масиву трансформант вейвлет-перетворення показав, що низькочастотна складова зберігає середнє значення енергії сигналу (ентропія практично не змінюється), а високочастотна складова має значно нижчу енергію, що дозволяє ефективно застосовувати до цих значень методи безнадлишкового кодування.

Для реалізації алгоритму кодування було обрано арифметичне кодування, яке забезпечує формування стиснутої послідовності, довжина якої має приблизне теоретичне значення, визначене за формулою:

$$H = - \sum_{i=-128}^{127} p(s_i) \cdot \log_2 p(s_i) \text{ біт/символ,}$$

де $p(s_i)$ – ймовірність появи трансформанти s_i .

Для зменшення значення ентропії джерел інформації з пам'яттю (враховуються кореляційний зв'язок між групою сусідніх елементів) використовують процес моделювання, який базується на визначенні кореляційного зв'язку між елементами (кількість розглянутих сусідніх елементів залежить від порядку вибраної контекстної моделі). Загальна ймовірність появи того чи іншого елементу $q(s_i)$ визначається як сукупність ймовірностей в кожній контекстній моделі $q(s_i/o)$ елементу s_i , з врахуванням ваги оцінки $w(o)$, де o – порядок моделі. Змішана ймовірність визначається в загальному випадку як:

$$q(s_i) = \sum_{o=-1}^N w(o) q(s_i / o),$$

де N – максимальний порядок контекстної моделі.

Оцінка $q(s_i/o)$ зазвичай визначається через частоту появи елементу s_i за формулою

$$q(s_i / o) = \frac{f(s_i / o)}{f(o)},$$

де $f(s_i/o)$ – частота появи елементу s_i в контексті o , $f(o)$ – загальна частота контексту o .

Для моделювання джерела даних вибрано найбільш простий вид моделювання – алгоритм RPPM для контексту найменшого порядку – першого.

Враховуючи це запропонована модель стиску зображень має вигляд, як показано на рис. 2.

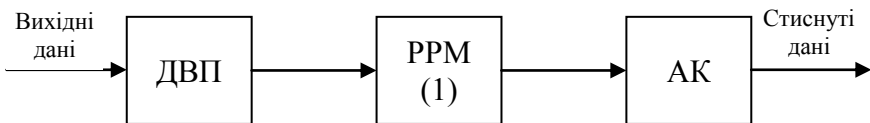


Рис. 2. Запропонована модель стиску

Загальний алгоритм реалізації RPPM моделі передає арифметичному кодеру накопичену ймовірність символу $q(s_i/o)$, або кодовий простір k_i , який займає даний символ:

$$k_i = k \cdot q(s_i / o),$$

де k – загальний кодовий простір.

Задача аналізу полягає в доведенні доцільності використання алгоритмів контекстного моделювання на прикладі застосування алгоритму

PPM для контексту першого порядку. Для цього порівнюємо коефіцієнт стиску, отриманий при застосуванні даної моделі по відношенню до моделі без застосування алгоритму PPM (1).

Отримані результати наведені на рис. 3.

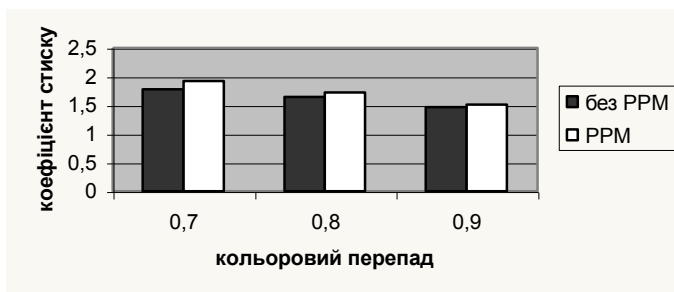


Рис. 3. Середнє значення коефіцієнту стиску

Висновок. Аналіз результату дослідження показав, що середнє значення коефіцієнту стиску при використанні алгоритму PPM (1) зростає на 3 – 8 %, в залежності від коефіцієнту кольорового перепаду. Але при цьому, слід враховувати, що використовувалася лише контекстна модель першого порядку. Дана модель враховує взаємну кореляцію лише двох сусідніх пікселів, що звичайно не може в повній мірі визначити ентропію зображення. Тому як висновок, можна визначити, що вдосконалення алгоритму PPM та його застосування при створенні алгоритму стиску зображень є перспективним напрямком, а запропонована модель стиску даних є доцільною для використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Миано Д. *Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии*. – М.: Триумф, 2003. – 244 с.
2. Ватолин Д.С. *Алгоритмы сжатия изображений*. – М.: МГУ, 1999. – 76 с.
3. Бутаков В.А., Островский В.И., Фадеев И.Д. *Обработка изображений на ЭВМ*. – М.: Радио и связь, 1987. – 212 с.
4. Шульгин В.И. *Основы теории передачи информации. Ч I*. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 102 с.
5. Королёва Н.А., Стрюк А.Ю. *Способ сжатия видеоданных, основанный на дискретном волновом преобразовании* // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2000. – № 6. – С. 67 – 70.

Надійшла 1.12.2004

ДЯДИК Дмитро Федорович, курсант Полтавського військового інституту зв'язку. Область наукових інтересів – стиск зображень без втрат інформації.

СТРЮК Олексій Юрійович, канд. техн. наук, доцент Полтавського військового інституту зв'язку. Область наукових інтересів – методи кодування інформації.